
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Cuadras Casanovas, Carles; Soriano López, Joan Manuel, dir. Geohistòria ambiental de l'Abies alba a la zona de l'Avedoga d'Adons : mitjançant la pedoantracologia com a eina principal. octubre 2020. (824 Grau en Geografia i Ordenació del Territori)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/234461>

under the terms of the  license

Geohistòria ambiental de l'*Abies alba* a la zona de l'Avedoga d'Adons

Mitjançant la pedoantracologia com a eina principal



Carles Cuadras Casanovas

Tutor: Joan Manuel Soriano

Data d'entrega: 16 d'octubre de 2020

Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona

Índex

	Pàg.
Resum	3
Resumen	3
Abstract	4
1. Introducció	5
2. Antecedents sobre l' <i>Abies alba</i>	6
3. <i>Abies alba</i> . Descripció breu de l'espècie	6
4. Caracterització de l'àrea d'estudi	8
4.1 Geologia i geomorfologia	9
4.2 Clima	9
4.3 Vegetació	11
5. Anàlisi pedoantracològica	11
6. Metodologia del procés pedoantracològic	13
6.1 Treball de camp: Localització dels punts de mostreig i extracció de les mostres	14
6.2 Laboratori	16
7. Resultats	19
8. Discussió	25
9. Consideracions finals	27
10. Agraïments	27
11. Referències bibliogràfiques	28
12. Annex	30

Resum

Segons diverses fonts no oficials s'explica que va haver-hi un gran incendi a l'Avedoga d'Adons que va extingir la major part d'una avetosa, però no hi ha cap document ni dades oficials que ho corroborin. Actualment, en aquest territori es troben individus aïllats i algun rodal no gaire nombrós. Les condicions microclimàtiques de la vall d'Adons i el dens estrat arbustiu fan que es pugui parlar d'una presència atípica d'*Abies alba*.

L'objectiu d'aquest treball és donar resposta a la qüestió de si a l'Avedoga d'Adons hi va haver una avetosa més nombrosa que va ser en gran part eliminada per un incendi forestal.

El caràcter interdisciplinari d'aquest treball s'ha basat en la combinació de metodologies quantitatives i qualitatives, aplicant tècniques d'obtenció i anàlisis de dades, referides a l'anàlisi pedoantracològica, documentació escrita i a l'observació executada durant el treball de camp. Però cal destacar l'anàlisi pedoantracològica com a eina principal per estudiar la dinàmica del bosc dins d'una escala local i en el context de la geohistòria ambiental.

L'anàlisi pedoantracològica es basa en l'estudi de les tretze mostres extretes del treball de camp per cercar carbons vegetals (d'*Abies alba*) i, així, demostrar l'evidència d'una avetosa de majors magnituds. Per fer-ho s'han dut a terme diverses sessions de laboratori per seleccionar els carbons i identificar-los.

Una part important dels resultats és l'anàlisi de l'antracomassa, que ens indica la quantitat de carbons vegetals que hi ha cada kilogram de sòl.

Paraules claus: *Abies alba*, anàlisi pedoantracològica, antracomassa, incendi, carbó

Resumen

Según diversas fuentes no oficiales se explica que en la Avedoga de Adons hubo un incendio que extingió gran parte de un abetal, pero no hay ningún documento ni datos oficiales que acrediten el incendio. En la actualidad, en este territorio se encuentran individuos aislados y alguna comunidad muy pequeña. Las condiciones microclimáticas que ofrece el valle de Adons y el denso estrato arbustivo hacen que se pueda hablar de una presencia atípica de *Abies alba*.

El objetivo de este trabajo es dar respuesta de la cuestión de si en la Avedoga de Adons hubo un abetal más extenso que fue mayormente extinguido por un incendio forestal.

El carácter interdisciplinario de este trabajo se basa en la combinación de metodologías cuantitativas y cualitativas, aplicando técnicas de obtención y análisis de datos, referidas al análisis pedoantracológico, documentación escrita y la observación realizada durante el trabajo de campo. Pero cabe destacar el análisis pedoantracológico como herramienta principal para estudiar la dinámica del bosque dentro de una escala local y en el contexto de la geohistoria ambiental.

El análisis pedoantracológico se basa en el estudio de las trece muestras extraídas durante la realización del trabajo de campo para buscar carbones vegetales (de *Abies alba*) y, de esta forma, demostrar la evidencia de un abetal de mayor magnitud. Para hacer-lo se han llevado a cabo diversas sesiones de laboratorio para seleccionar los carbones e identificar-los.

Una parte importante de los resultados es el análisis de la antracomasa, que nos indica la cantidad de carbones vegetales por kilogramo de tierra.

Palabras clave: *Abies alba*, análisis pedoantracológico, antracomasa, incendio, carbón

Abstract

According to what several non-official sources say, a large conflagration damaged Avedoga d'Adons and caused the extinction of a huge European silver fir. Despite this fact, there is no official data to corroborate it. Nowadays, we can find some isolated specimens and minor stands in this area. Due to the microclimatic conditions of Adons valley and the dense bushy territory we can talk about an atypical *Abies alba* presence. The goal of this project is to figure out if a bigger European silver fir in Avedoga d'Adons, which was almost abolished by a conflagration, existed.

The interdisciplinary nature of this project has been based on a combination of quantitative and qualitative methodologies, by applying techniques and data analysis which were used for pedoanthracology analysis, written documentation and inspection carried out during the field research. It should be noted, however, that the pedoanthracology analysis was the main tool for studying the dynamics of the forest within a local scale and the environmental geohistory.

The pedoanthracology analysis is based on the study of the thirteen samples extracted from the field research to collect *Abies alba* charcoal and thus prove the evidence of a major European silver fir. In order to do so, lab sessions have been scheduled to select the charcoals and identify them.

An important part of the results is the analysis of the antracomass, which indicates the exact amount of charcoal per kilogram of soil.

Key words: *Abies alba*, pedoanthracology analysis, antracomass, conflagration, charcoal

1. Introducció

Aquest treball té com a principal objectiu donar resposta sobre si abans a l'Avedoga d'Adons, hi havia una avetosa més extensa i més densa. Actualment, en aquest territori trobem individus aïllats i algun rodal de diversos exemplars, però en cap cas gaire nombrós.

Si ens fixem amb la toponímia de la muntanya (Avedoga), ens pot donar a pensar que aquesta zona abans hi havia una avetosa que antigament devia cobrir tot el vessant de la muntanya. Ja que Avedoga, igual que avetosa, vol dir *lloc d'avets*.

Hi ha moltes teories populars i històries que poden explicar aquesta reducció dels avets en aquesta zona, però no hi ha cap evidència científica que ens expliqui aquests fets.

Algunes de les històries populars que s'expliquen sobre l'Avedoga d'Adons són les següents:

- Hi ha la creença que aquesta zona era un cau de llops i per aquest motiu es va desforestar (Planas, T, 2016).
- La desforestació de l'avetosa va ser motivada per la construcció de masos i per les travesses per construir la via del tren de la Pobla (Planas, T, 2016).
- Es va produir un gran incendi que va acabar amb la majoria dels exemplars.

La idea de realitzar aquest estudi s'ha obtingut a partir d'un TFG elaborat l'any 2019 en mans d'en Marc Andreu Bel (Andreu, 2019), en el qual constata històricament la presència de l'avet (*Abies alba*) a l'Avedoga d'Adons, així com la caracterització de l'actual població d'individus.

L'objectiu principal del treball com s'ha comentat anteriorment, consisteix a donar resposta a la hipòtesi que l'Avedoga d'Adons anteriorment havia estat, en algun moment, una avetosa més extensa.

Els objectius secundaris d'aquest treball són:

- Esbrinar quina era la densitat de l'avetosa.
- Buscar indicis sobre el possible motiu per la desaparició de l'avetosa.

La metodologia a seguir per aquest treball serà mixta, combinant l'enfocament quantitatiu i l'enfocament qualitatiu per tal de poder realitzar una anàlisi completa.

El primer mètode fa referència a un enfocament més generalitzat, que consisteix a buscar informació, presentació de dades, tot des d'un punt de vista objectiu. En canvi, en el segon mètode (quantitatiu), es basarà a partir del treball de camp, que s'agafaran mostres del sòl i a posteriori s'analitzaran. Aquesta ciència s'anomena pedoantracologia que estudia (identifica i quantifica) les restes vegetals carbonitzades que han passat a formar part del mantell edàfic, per tant, es basa en principis relativament similars als de la palinologia.

Per tal d'identificar els carbons recollits al camp, es duran a terme sessions de treball al laboratori.

A més d'aquestes dues tècniques, s'utilitzarà el sistema SIG per complementar les explicacions i realitzar documentació gràfica.

Els apartats principals que trobarem a l'estudi són els que trobem a continuació: Primer hi haurà l'apartat d'antecedents, descripció de l'espècie, caracterització de l'àrea d'estudi i l'explicació de l'anàlisi pedoantracològica, on es contextualitzarà el treball. Seguidament, trobarem un apartat amb la metodologia seguida. A continuació trobarem els resultats i la discussió, i per finalitzar, les consideracions finals i els agraïments.

2. Antecedents sobre l'*Abies alba*

En aquest apartat investigarem sobre la presència d'una avetosa que va haver-hi a la Serra de Sant Gervàs, en el lloc anomenat *l'Avedoga d'Adons*. L'objectiu principal es demostrar que l'actual *Avedoga d'Adons*, composta per algunes dotzenes d'individus aïllats i alguns petits rodals dispersos, en algun moment havia estat una avetosa més densa i d'una major extensió.

La primera evidència històrica sobre l'avetosa a *l'Avedoga d'Adons* la trobem a la toponímia.

La toponímia és l'estudi de l'origen i el significat dels noms propis dels llocs. Està íntimament lligada a la investigació de l'etimologia i l'evolució dels noms de lloc. L'estudi de la toponímia és estretament vinculant amb el d'altres disciplines, com la geografia, l'etnologia, l'arqueologia i la història. (Gran enciclopèdia Catalana, 420).

Dins del llibre titulat *el Congrés Internacional de Toponímia i Onomàstica Catalanes*, trobem un capítol titulat les particularitats fonètiques en una sufixació de tipus col·lectiu a la toponímia de la regió de Lleida, on s'esmenta a Joan Coromines com el primer que estableix una relació entre els noms i la seva distribució geogràfica (Casanova, E, 2001).

En el cas de *l'Avedoga* o *bedoga* (segons antigues grafies), és la variant consonantisme del terme Avetosa. Tanmateix, en les actes del *quinzè col·loqui internacional de llengua i literatura catalana*, s'esmenta que la paraula *Avedoga* té una relació amb la paraula Avetosa que ve del mot en llatí *Abies*, per tant, podem establir que hi ha una relació directa dels topònims amb el lèxic romànic (de base llatina).

Així, doncs, observem que l'anàlisi toponímica ens indica que en un moment del passat, al sud d'Adons existia una antiga avetosa. A més, les referències sobre l'antiga avetosa en aquest territori són recurrents, trobem topònims com *la Pala de l'Avedoga* i *L'Avedogueta*.

Tot seguit, a la zona d'estudi observem que hi ha altres topònims que ens donen informació rellevant sobre el passat territori. El topònim que ens crida més l'atenció és el de la Socarrada, que des del punt de vista del seu significat, fa referència que aquesta terra va tenir lloc un incendi en el passat.

3. *Abies alba*. Descripció breu de l'espècie

Del gènere *Abies*, trobem 33 espècies repartides pel món. En aquest treball analitzarem *l'Abies alba*, en català avet. És un arbre monoic de capçalera cònica i forma part de la família de les pinàcies i és perennifoli. Pot arribar als 50 metres d'alçada, té les branques perpendiculars al tronc (verticil·lades). Les seves fulles són

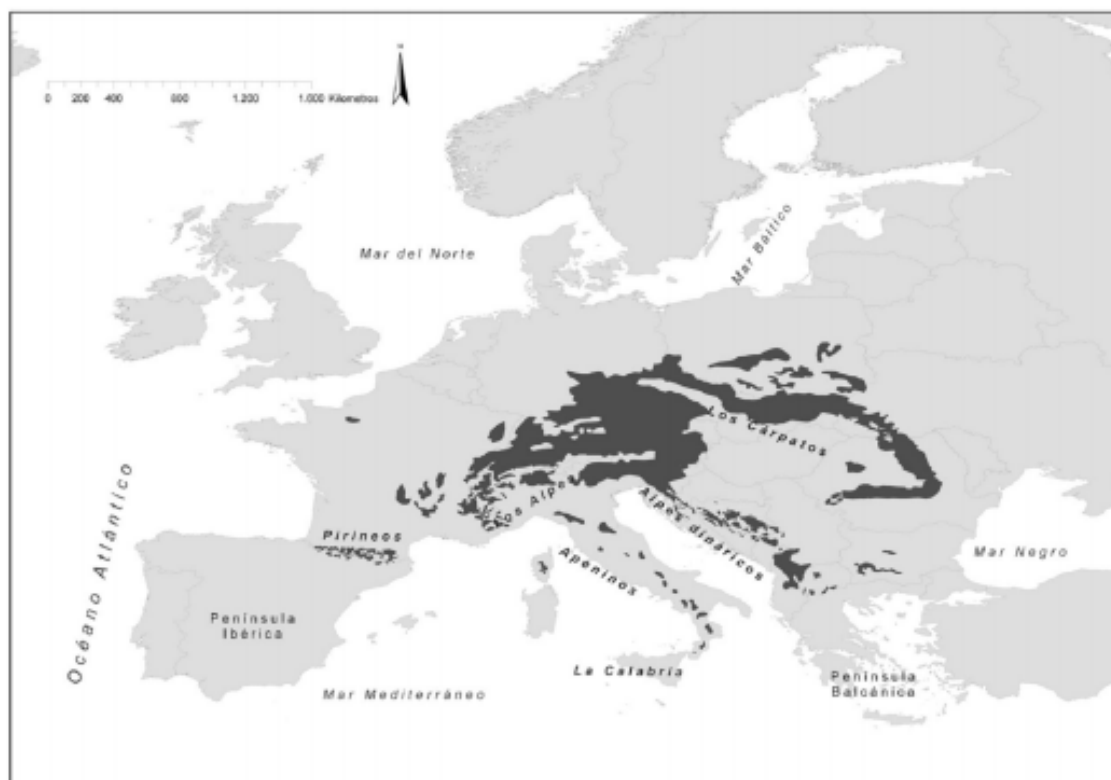
d'un verd intens, en forma d'agulles (acícules), amb una mida de 2-3 cm de llarga per 2-3 mm d'amplada, que es disposen de manera esparsa, encara que estan una mica aplanades i són flexibles, amb dues bandes blanques en el revers de la fulla. Les pinyes tenen una mida d'entre 10-20 cm de llargada per 3-4 cm d'amplada, estan situades a la part superior de l'arbre i es desarticulen a la tardor, quedant únicament el raquis (UPC, 2020).

Sobre la seva distribució biogeogràfica, l'avet té una distribució alpina, exclusiva del continent europeu, (figura 1), més concretament la localitzem a les muntanyes del centre i sud del continent (Broto, M, 2016).

Aquesta espècie necessita molta humitat (és molt exigent), i té molt poca tolerància a les altes temperatures, l'escassetat d'aigua i les gelades tardanes hivernals. Per això se'l sol trobar en obagues amb humitat atmosfèrica i edàfica. Pel que fa al tipus de sòl on se situa, ha de ser prou profund, ric en nutrients i permeable, i és indiferent al substrat.

A més, és un arbre que, tot i que la seva fusta és de pitjor qualitat que la del pi, ha estat explotat com espècie forestal, per la longitud i forma rectilínia dels seus troncs, tradicionalment de gran interès per la Marina en la construcció de màstils de fusta.

Figura 1. Distribució de l'*Abies alba* a Europa



Font: Broto, M (2016)

Espanya és el límit occidental d'aquesta espècie arbòria. La seva població es troba concentrada als Pirineus, formant boscos purs (monoespecífics) o mixt (amb faig o pins), als estatges montà superior i el subalpí inferior, atès que allà les condicions climàtiques són òptimes per al seu desenvolupament. Però també hi ha petites poblacions ubicades fora d'aquestes muntanyes. En el cas de Catalunya, podem

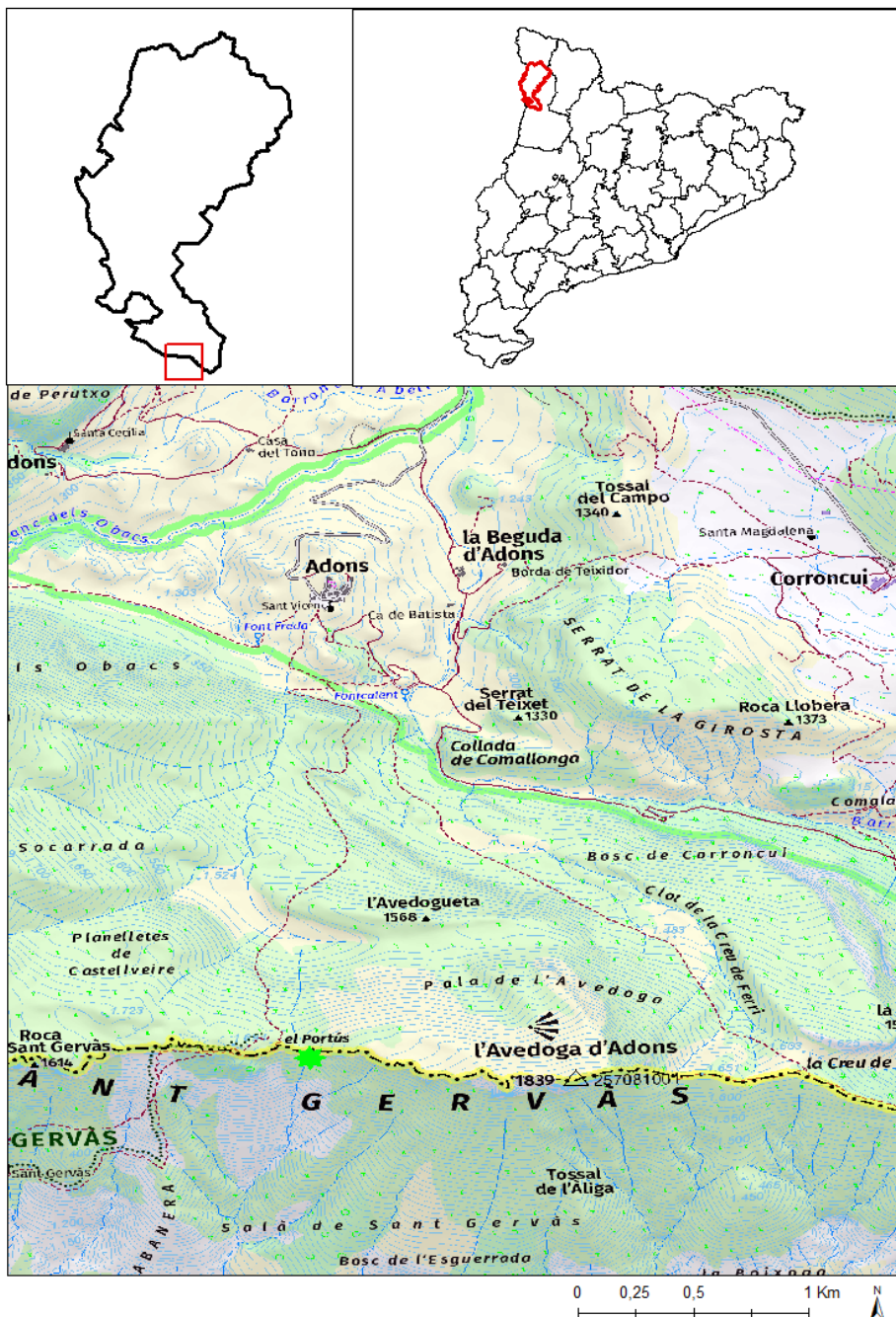
trobar poblacions més petites al Montseny, petits rodals en diferents indrets del Prepirineu i alguns individus aïllats a les muntanyes dels Ports de Beseit, tot i que els d'aquesta última localitat es considera que han estat plantats.

4. Caracterització de l'àrea d'estudi

El territori del treball es localitza a la zona nord-oest de Catalunya, més concretament dins de la Serra de Sant Gervàs (figura 2), la qual forma part de les serres prepirinenques interiors més occidentals de Catalunya. El topònim que rep el vessant de la zona d'estudi es l'*Avedogueta*, i culmina amb la muntanya de 1839 m d'altitud denominada l'*Avedoga d'Adons*.

Al nord, es troba situat el nucli de població d'Andons, ubicat al bell mig d'un altiplà i arrecerat a l'entorn d'un turó rocallós a 1350 m, que pertany a la comarca de l'Alta Ribagorça. Forma part del terme municipal del Pont de Suert, i actualment (l'any 2019), té una població de 6 habitants (IDESCAT, 2020).

Figura 2. Mapa de situació



Font: Elaboració pròpia

L'Avedoga d'Adons forma part de l'Espai Natural Protegit de la Vall Alta de Serradell-Terreta-Serra de Sant Gervàs, situat entre les comarques del Pallars Jussà i l'Alta Ribagorça, és un espai natural amb un gran interès paisatgístic i geomorfològic. Els paisatges abruptes, amb cingleres molt evidents, els converteixen en una fita paisatgística important.

Les nombroses bordes de pastor i ermites diverses constitueixen el gruix del patrimoni històric i cultural de l'espai (Catalunya, 2018).

La Serra de Sant Gervàs presenta dos vessants completament diferents. El vessant septentrional (zona d'estudi) es caracteritza per tenir pendents suaus. En canvi, el vessant de migjorn presenta unes cingleres abruptes i espectaculars.

4.1 Geologia i geomorfologia

El substrat mesozoic està format per roques calcàries-dolomítiques. En alguns punts de la Serra de Sant Gervàs, podem trobar afloraments de flysch i també algunes zones de guix (Predigó, 2014).

Aquesta serra constitueix una unitat orogràfica que emergeix clarament per sobre de la zona menys accidentada de la Terreta. Aquest fet ofereix una bellesa excepcional gràcies a les seves escarpades roques. Els cims (Pala de Teller 1889 m i l'Avedoga d'Adons 1839 m) són els més alts de la zona, i per trobar cims amb una altitud similar a aquests, ens hem de dirigir més al nord, cap a les valls de Boí i Durro, que es troben situades dins de la carena pirinenca.

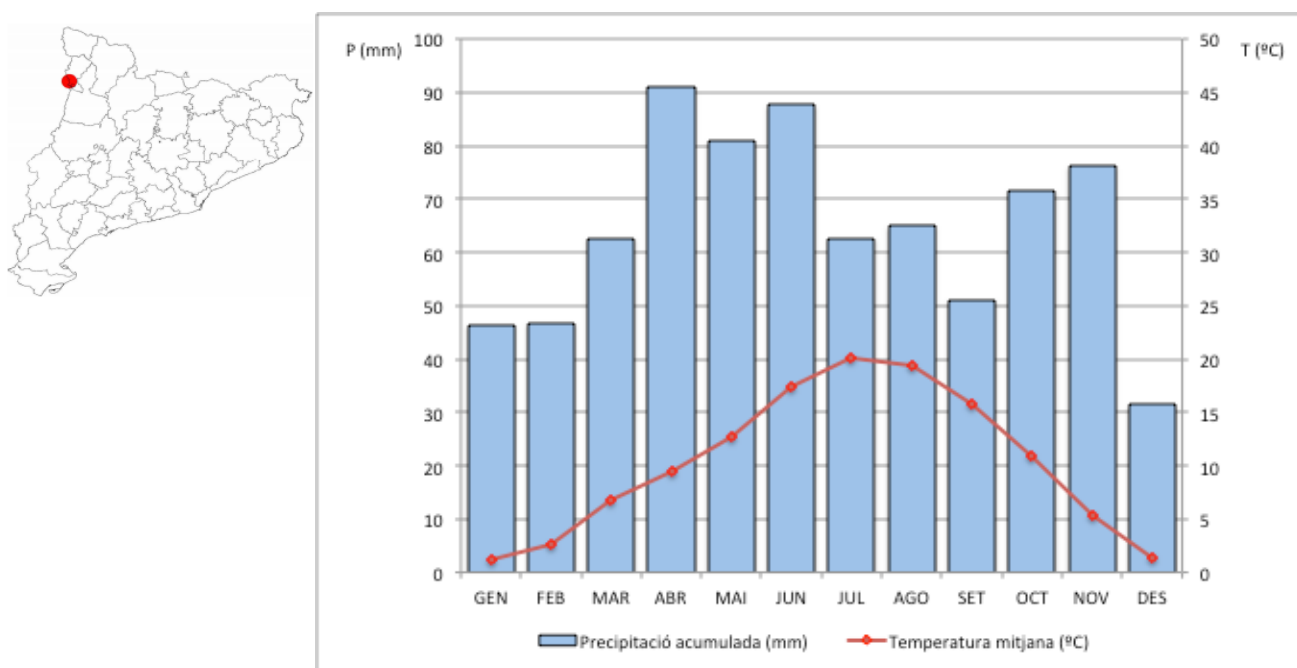
4.2 Clima

És complicat realitzar una caracterització climàtica de les àrees de muntanya. La orografia dibuixa escenes microclimàtiques molt diferents a distàncies molt curtes. Aquest és el cas de la nostra àrea d'estudi, que presenta una escena microclimàtica diferent.

Per tal de fer una primera aproximació climàtica de l'àrea d'estudi s'han escollit les dades de l'estació meteorològica del municipi de Pont de Suert. S'han utilitzat les dades dels últims 10 anys (2009-2019), per tal de tenir un resultat significatiu (figura 3).

L'estació meteorològica es troba ubicada a una altitud de 823 m, i les seves coordenades UTM són les següents: X UTM: 314297, Y UTM: 4696446.

Figura 3. Climograma del Pont de Suert



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Meteorològic de Catalunya, Generalitat de Catalunya

En analitzar el climograma podem observar que les precipitacions són regulars durant tot l'any, pel fet que tots els mesos hi ha una precipitació major de 30 mm, cosa que fa que durant l'any en cap mes no hi hagi un dèficit hídric, ni tan sols a l'estiu, que seria característic de les zones mediterrànies.

El mes on hi ha una major abundància de precipitació és el mes d'abril amb una quantitat de 91,0 mm, en canvi, el que té menys es el mes de desembre amb 31,4 mm.

La precipitació acumulada anual es de 773,1 mm. Si ens basem en l'anàlisi del climograma i segons la classificació de Köppen podem afirmar que ens trobem davant d'un clima oceànic.

El clima de la serra de Sant Gervàs també es pot classificar com un clima sub-mediterrani muntanyenc. Gràcies a les dades recollides, ens trobem una zona on l'estiu es més aviat calent, amb una temperatura al voltants del 19 °C al mes de Juliol, i uns hiverns freds amb una mitjana de 1,2°C al mes de gener.

Al vessant nord de la serra de Sant Gervàs trobem diferents valls amb condicions microclimàtiques excepcionals. Aquest es el cas d'Adons, una petita vall tancada amb unes condicions molt més fredes i humides. Tanmateix, aquestes variacions climàtiques queden reflectides en el poblament vegetal.

4.3 Vegetació

El paisatge vegetal d'aquest territori és molt variat, responent a les diferents característiques climàtiques, geomorfològiques i litològiques ja esmentades anteriorment. A part d'aquests factors, cal no oblidar l'acció humana en la transformació de la vegetació.

La vegetació natural d'aquesta zona ha estat molt alterada al llarg del temps a causa del poblament humà. Les condicions ecològiques de la serra de Sant Gervàs han afavorit una explotació silvo-pastoral, més que no pas agrícola.

Els grans boscos que inicialment cobrien tot el territori van ser explotats i devastats. Ja sigui per treure'n la fusta o per crear pastures. Aquests fets van anar destruint el boscos poc a poc.

Això és un llàstima perquè, a Sant Gervàs, en condicions naturals hi havia una gran varietat de comunitats forestals, sobretot al N, al NO i a l'E. (Perdigó i Arisó, M, 1984)

Anys enrere a la zona d'Adons (l'àrea d'estudi), a causa del seu clima més fred i humit, s'hi trobaven pastures més ufanoses. Aquests prats de dall ara són abandonats a causa de la despoblació que s'ha produït en aquesta zona de l'Alta Ribagorça les darreres dècades.

Actualment, la vegetació que predomina més a la zona d'estudi es el boix (*Buxus sempervirens*), seguit pel ginebre (*Juniperus communis*) i pi roig (*Pinus sylvestris*). A part d'aquests arbres, trobem altres espècies vegetals com són la lavanda (*Lavandula angustifolia*), argelaga (*Genista scorpius*) i el roser (*Rosa canina*).

A les esquerdes del rocam calcari podem observar altres plantes com són la corona de la reina (*Saxifraga longifolia*) i l'orella d'ós (*Ramonda myconi*), que hi són freqüents.

5. Anàlisi pedoantracològica

L'anàlisi pedoantracològica permet investigar la dinàmica dels boscos a escala espacial local i dins d'una escala temporal llarga. La pedoantracologia permet estudiar la composició de comunitats de plantes llenyoses del passat dins d'una escala espacial local (Nelle, O, 2013).

Aquesta tècnica es basa a aïllar els carbons vegetals i analitzar-los posteriorment. Els carbons són formats per la crema de vegetació llenyosa que generà un ventall de residus, alguns en forma gasosa, i d'altres en forma sòlida. El carbó és un exemple d'aquest últim grup. Més concretament, és el resultat de la combustió incompleta de la biomassa vegetal. El seu origen pot ser antròpic (com carboneres) o de dipòsits naturals (el sòl, estanys i torberes), que recullen aquests residus i els conserven durant llargs períodes de temps, convertint-se així en registres paleoambientals (Cunill, R,).

Es parteix de la teoria que els carbons vegetals no es desplacen grans distàncies i les mostres fan referència a les espècies vegetals que hi havia en el moment de la crema. D'aquesta forma s'aconsegueix una precisió espacial molt més elevada que amb altres

disciplines com la palinologia, atès que els grans de pol·len poden recórrer grans distàncies des del seu punt d'origen fins al punt on es dipositen.

La pedoantracologia ens permet reconstruir la història de la vegetació llenyosa incendiada amb gran precisió espacial a partir d'aquesta identificació i datació dels carbons del sòl (Talon, B, 1997).

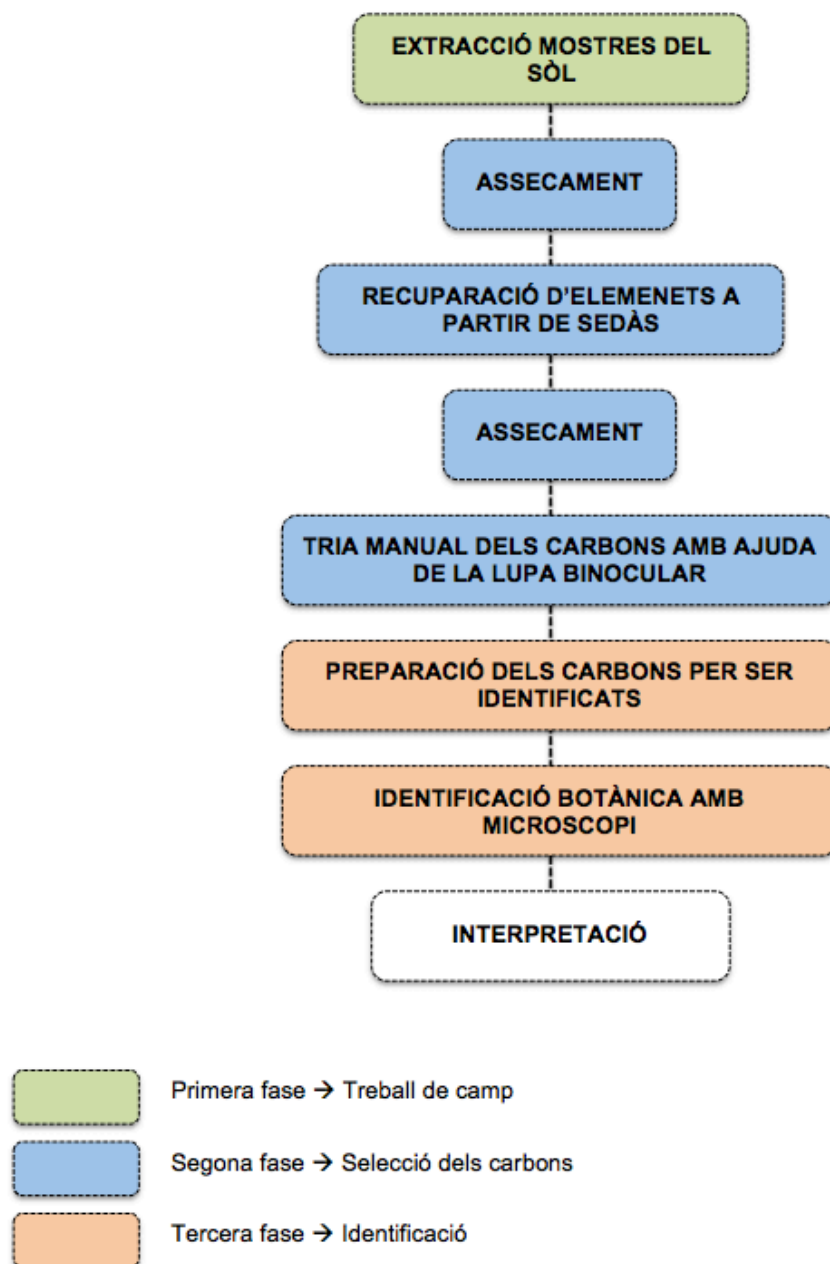
Com a disciplina, es pot dir que la pedoantracologia ja compta amb un cert recorregut gràcies al qual ha aconseguit fer-se un lloc dins de les metodologies dedicades als estudis paleoambientals. L'estudi de carbons ha guanyat el seu lloc basant-se en la seva precisió espacial i la tendència d'abordar les dinàmiques ambientals des d'un punt de vista multidisciplinari i multimetodològic.

Gràcies als diversos estudis realitzats mitjançant aquesta disciplina ha augmentat de forma considerable el coneixement de la geohistòria ambiental.

6. Metodologia del procés pedoantracològic

La metodologia seguida per aïllar i identificar els carbons del sòl es basa en la tesi publicada per la Raquel Cunill (Cunill, R, 2010). Alguns passos de la seva metodologia han estat modificats i adaptats a l'objectiu del treball.

Figura 4. Esquema de la metodologia



Font: Elaboració pròpia

Com podem observar en l'esquema de la figura 4, el procés pedoantracològic es divideix en tres fases. A continuació s'explicaran més detalladament.

6.1 Treball de camp: Localització dels punts de mostreig i extracció de les mostres

La localització dels punts d'extracció de les mostres respon a la cerca dels objectius del treball. D'aquesta manera els punts de mostreig es troben repartits pel vessant de l'àrea d'estudi. La seva divisió no és ocasional, sinó que s'han elaborat dos transsectes que travessen la zona d'estudi.

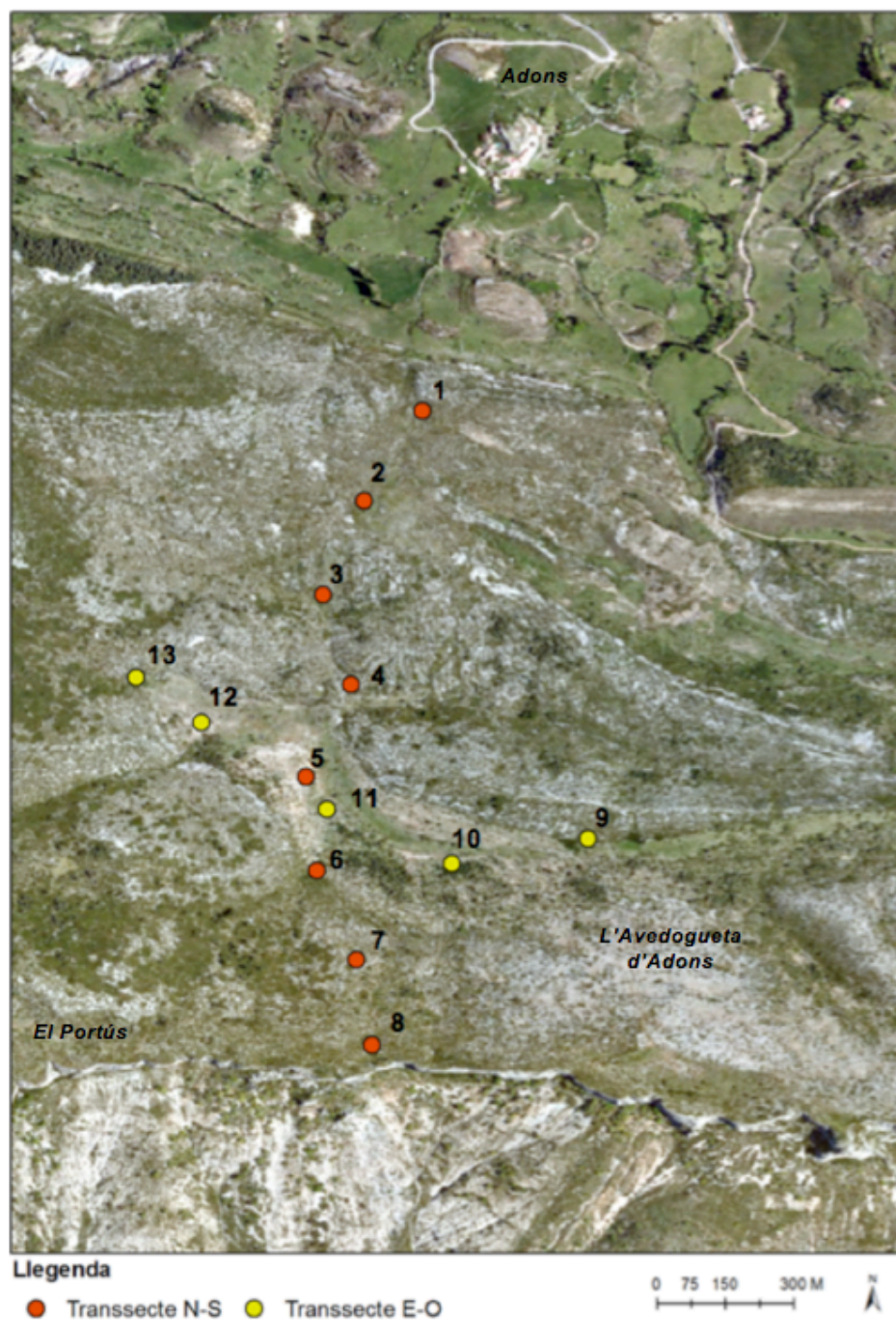
A cada transsecte hi ha una separació de 150 m entre cada punt de mostreig.

El primer transsecte elaborat és el de direcció nord-sud, i està compost per vuit punts de mostreig.

El segons transsecte té una orientació est-oest i, a diferència del primer, està format per cinc punts de mostreig.

En la figura 5, que podem observar a continuació, podem veure com estan repartides sobre el territori.

Figura 5. Mapa localització dels punts de mostreig



El treball de camp va comportar dues jornades. La primera jornada va ser el dia 28 de febrer del 2020 on vam agafar les mostres del transsecte nord-sud. L'endemà vam continuar amb el transsecte est-oest.

Les mostres s'extreuen tot cavant amb una barrina de sòl¹, la profunditat de cada punt de mostreig és diferent, a causa que el mantell edàfic té propietats i dimensions distintes. Cal destacar el punt de mostreig vuit, pel fet que va ser on es va treure una major quantitat de mostres i on es va arribar a més profunditat, tal i com es pot veure en la figura 6.

Figura 6. Fondària adquirida el punt de mostreig 8



6.2 Laboratori

a) Selecció dels carbons

El primer pas un cop hem obtingut les mostres del treball de camp és deixar-les assecar a l'aire lliure, per tal que els carbons perdin la fragilitat que aporta la humitat. A més, podrem obtenir el pes sec del material recollit.

A continuació, un cop hem pesat les mostres i n'hem obtingut el seu pes sec, introduïm¹ les mostres en una columna de tres sedassos, de 0,8 mm, 2 mm i 5 mm respectivament. Per tal de garbellar-les i obtenir la matèria orgànica que queda al sedàs, mentre es van desfent els agregats, les sorres, els llims i les argiles. El material mineral més gran de 5 mm és restat de la quantitat total del sòl recollit al camp. D'aquesta forma obtenim el pes real de les mostres.

Un cop les mostres en estat passades pel sedàs amb les diferents malles (0,8 mm, 2 mm i 5 mm), són assecades a l'aire lliure.

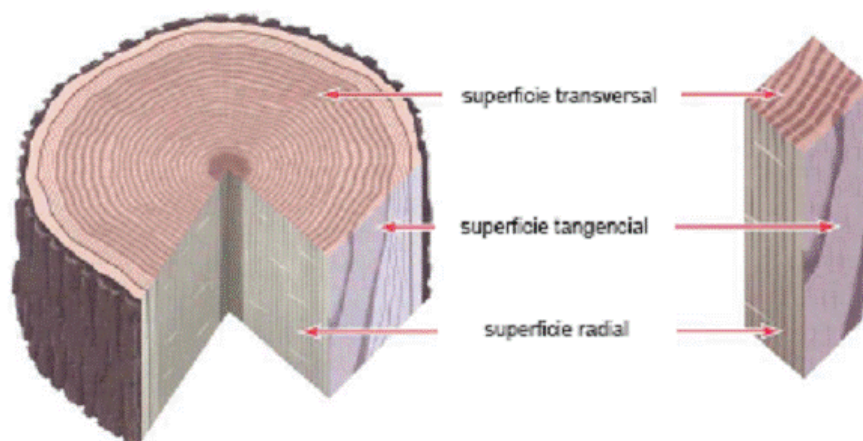
Seguidament, es procedeix a la tria manual dels carbons tot separant-los de les arrels, material mineral i altres components orgànics amb l'ajuda de lupa binocular.

b) Identificació

En el procés d'identificació només es van analitzar les mostres de 2 mm, ja que l'objectiu del treball es buscar l'evidència de l'existència pretèrita dels avets (*Abies alba*), i no la identificació de tots els carbons.

Per realitzar aquest pas del procés necessitem una preparació inicial. Cal partir els carbons seguint els tres plans de l'espai: transversal, radial i tangencial (figura 7).

Figura 7. El tres plans de l'espai



Font: Manual para la identificación de maderas forestales

¹ Una barrina de sòl es una eina que s'introdueix en el sòl de forma manual, generalment per rotació, per poder extreure mostres a diferents profunditats. Les més utilitzades consten d'un cilindre obert lateralment, de 5 cm de diàmetre, acabat per sota amb una peça en forma d'espiral.

El pla transversal és el tall perpendicular a l'eix longitudinal del tronc.

El pla radial és el tall paral·lel a l'eix longitudinal del tronc, paral·lel als radis i perpendicular als anells de creixement.

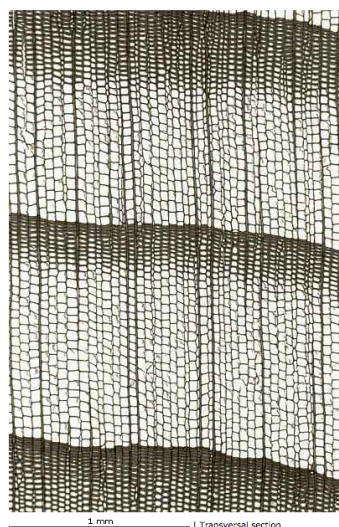
Finalment, el pla tangencial és el tall paral·lel a l'eix longitudinal del tronc, perpendicular als radis o tangents dels anells de creixement.

Les particions es realitzen manualment. A fi de poder ser observats amb el microscopi els carbons són ficats sobre un llit de sorra. Els augments utilitzats amb el microscopi han estat 50x, 100x, 200x i 500x.

La identificació de carbons es va realitzar amb l'ajuda de la professora Raquel Piqué, que va impartir una ràpida formació per tal de saber distingir els carbons d'avets respecte d'altres espècies. Tanmateix, va facilitar diferents fonts d'informació per poder portar a terme aquest procés sense cap mena d'error. Dins de tota la informació obtinguda cal destacar la pàgina web woodanatomy.ch, que explica a la perfecció els criteris de determinació de les fustes europees.

En el pla transversal de l'*Abies alba* (figura 8) tenen la característica que es poden observar els anells de creixement i no hi poden haver canals resinífers. Tanmateix, l'estructura ha de ser molt simple.

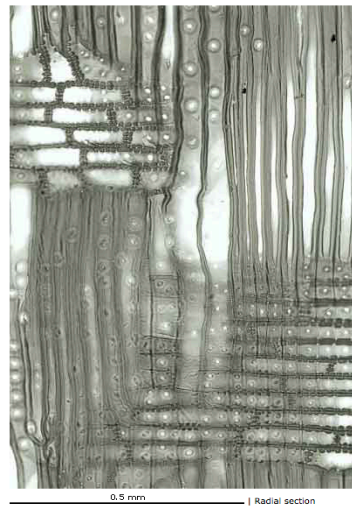
Figura 8. Pla transversal del carbó d'*Abies alba*



Font: woodanatomy.ch

En el pla radial (figura 9) normalment podem percebre fosses uniseriades i de vegades biseriades.

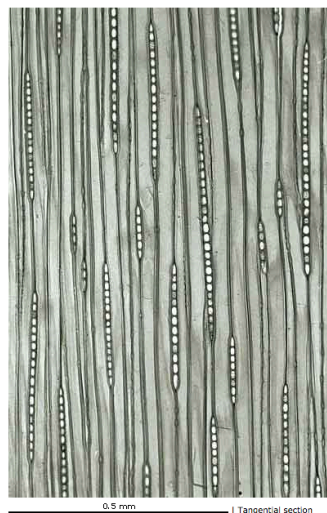
Figura 9. Pla radial del carbó d'*Abies alba*



Font: woodanatomy.ch

Per últim, en el pla tangencial (figura 10) contemplem les traqueïdes, que en el cas de l'avet són extenses d'unes 15-20 cel·les. Però també en podem trobar algunes de més petites.

Figura 10. Pla tangencial del carbó d'*Abies alba*



Font: woodanatomy.ch

7. Resultats

A) Punts de mostreig

En els dos transectes s'han obtingut una gran quantitat de carbons de moltes espècies vegetals diferents, dins d'aquestes també es troba l'avet (*Abies alba*).

A la taula (figura 11) es pot veure la localització altitudinal dels diferents punts de mostreig així com altres aspectes generals. Cal remarcar que la vegetació està escrita de major a menor abundància. Així doncs, la que trobem en primera posició dins de cada punt de mostreig és la que abunda més en aquest punt en concret.

Les observacions són dades recollides a partir de les impressions que s'han obtingut realitzant el treball de camp. Té un gran interès les zones amb restes vegetals cremades, aquests punts es troben situats a altituds baixes dins dels dos transectes.

Figura 11. Taula de treball de camp

Núm	Codi	Coordenades		Alçada (m)	Fondària (cm)	Vegetació	Observacions
		X	Y				
1	AD01	320972	4688503	1391	50	Buxus sempervirens, Juniperus communis, Rosa canina, Genista scorpius	
2	AD02	320873	4688308	1423	24	Buxus sempervirens, Juniperus communis, Genista scorpius, Pinus sylvestris, Rosa canina	
3	AD03	320802	4688107	1455	40	Juniperus communis, Buxus sempervirens, Genista scorpius, Rosa	Zona cremada, foc provocat per eliminar la vegetació i
4	AD04	320841	4687908	1498	18	Juniperus communis, Buxus sempervirens, Pinus sylvestris, Lavandula angustifolia	Molt obert, molt pla, poca vegetació
5	AD05	320764	4687708	1516	29	Juniperus communis, Buxus sempervirens, Pinus sylvestris, Lavandula angustifolia	Comença la pendent
6	AD06	320777	4687506	1547	17	Juniperus communis, Buxus sempervirens, Pinus sylvestris	
7	AD07	320836	4687309	1626	24	Buxus sempervirens, Juniperus communis, Pinus sylvestris	Zona molt rociosa
8	AD08	320819	4687106	1670	72	Juniperus communis, Buxus sempervirens	Punt més alt del recorregut, major fondària
9	AD09	321196	4687542	1544	26	Buxus sempervirens, Juniperus communis	Poca vegetació, molt obert
10	AD10	320995	4687514	1524	37	Pinus sylvestris, Juniperus communis, Lavandula angustifolia	
11	AD11	320796	4687637	1522	25,5	Juniperus communis, Pinus sylvestris, Buxus sempervirens	Zona molt rociosa
12	AD12	320597	4687831	1530	42	Buxus sempervirens, Juniperus communis, Lavandula angustifolia, Genista scorpius, Pinus sylvestris	Zona cremada
13	AD13	320495	4687933	1556	31	Buxus sempervirens, Juniperus communis, Genista scorpius	Zona molt sorrenca

Font: Elaboració pròpia

El punt de mostreig número 1 es troba en una altitud de 1391 m d'altitud, just el començament de l'*Avedoga d'Adons*. La profunditat que va assolir va ser de 50 cm, i es va dividir en tres nivells. L'extracció del sòl es va iniciar a partir del nivell més superficial, successivament es va extreure els nivells inferiors fins a arribar a la fondària de 50 cm. Aquest va ser el punt on es va trobar roca de grans dimensions i amb la barrina va ser impossible seguir extraient mostres de sòl.

El segon punt de mostreig es localitza a una altitud de 1423 m. La fondària que va adquirir va ser de 24 cm, en el qual es va organitzar en dos nivells. Aquest punt cal remarcar la gran quantitat de vegetació que hi havia, va ser el punt del transecte on hi havia més vegetació i més variada.

Seguint ascendit per la vessant trobem el tercer punt de mostreig, localitzat a 1455 m d'altitud. La profunditat del sòl excavat es troba a 40 cm, on va adquirir tres nivells de mostres. En el nivell més superficial hi vam trobar moltes restes vegetals en particular, arrels, que van dificultar l'extracció de sòl. En aquest punt del recorregut es podia observar moltes restes vegetals cremades (figura 12), sobretot *Juniperus communis* (ginebre).

Figura 12. Imatge de restes vegetals cremades



Font: Elaboració pròpia

Enmig del transecte nord-sud trobem el punt de mostreig número 4 a una altitud de 1498 m. En aquest punt el terreny on es troba és molt pla, pràcticament no hi ha pendent, ni vegetació. A més, és molt obert. La fondària que es va arribar en aquest punt va ser de 18 cm. A causa de la poca profunditat que va adquirir, només es va dividir en un nivell.

Encarant la part final del transecte es localitza el punt de mostreig número 5, a una altitud de 1516 m. A partir d'aquest indret el terreny augmenta de pendent fins a arribar al cim de l'*Avedoga d'Adons*. La profunditat que es va aconseguir arribar va ser de 29 cm, en el que es va repartir en dos nivells.

Seguint ascendit en direcció al cim, trobem el punt de mostreig número 6 a 1547 m d'altitud. A causa del pendent i les restes vegetals com les arrels, va ser molt difícil extreure una gran quantitat de mostres del sòl. Així mateix, és el punt de mostreig on es va arribar a menys fondària, en concret es va extreure 17 cm de sòl, que s'ha dividit en un sol nivell.

Continuant amb el transecte trobem el punt de mostreig número 7, a una altitud de 1626 m. Aquesta zona del recorregut és molt rocosa i va haver-hi dificultats per trobar una zona on poder extreure sediments del sòl. Finalment, es va aconseguir i es va dividir el forat en dos nivells, ja que tenia una fondària de 24 cm.

Per finalitzar el transecte nord-sud a pocs metres del cim hi ha localitzat el punt de mostreig número 8. L'altitud on es troba ubicat és de 1670 m, sent el punt de més

altitud. A part de ser el punt localitzat a una major altitud, també és on es va arribar a una major fondària. Es va extreure 72 cm de mostres de sòl, el fet de tenir tanta quantitat de mostres de sòl es va distribuir en 6 nivells.

El segon transsecte est-oest està compost per cinc punts de mostreig que segueixen una plana dins del vessant de la muntanya.

El primer punt de mostreig del segon transsecte és el número 9, situat a una altitud de 1544 m d'altitud. És el punt ubicat més a l'est i va obtenir una fondària de 26 cm, que es va dividir en un sol nivell. En aquest punt del recorregut hi havia molt poca vegetació i el paisatge era molt obert.

Seguint amb el segon transsecte trobem el punt número 10. Aquest punt de mostreig està situat a una altitud de 1524 m d'altitud. En analitzar la vegetació observem que segueix la mateixa tendència que el punt anterior, on hi ha poca vegetació i el paisatge és molt obert. Es va extreure 37 cm de mostres de sòl de manera que es va dividir en tres nivells.

Tot seguit podem observar el punt de mostreig número 11. Aquest punt es troba en una altitud de 1522 m. Aquesta zona era molt rocosa i també vam tenir dificultats per poder extreure les mostres de forma correcta. Al final ho vam aconseguir i es va arribar a una fondària de 25,5 cm organitzats en dos nivells.

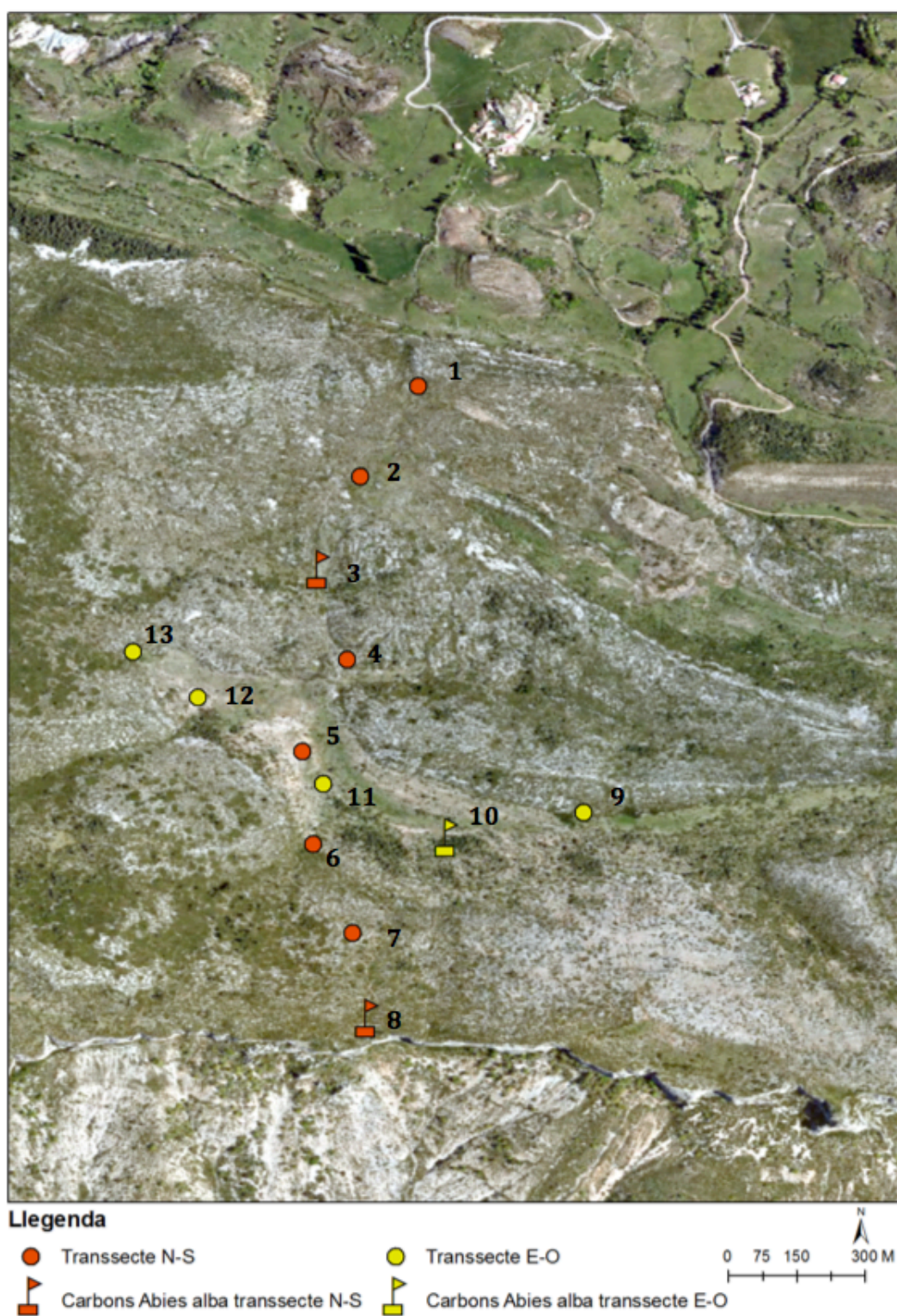
El penúltim punt del transsecte és el 12. L'altitud on s'ubica aquest punt és de 1530 m. En aquesta zona també s'observen restes de vegetals cremades, igual que anteriorment les restes cremades són de *Juniperus communis*. La profunditat que va adquirir aquest punt va ser de 42 cm. El fet de ser un dels punts més profunds, les mostres es van distribuir en 3 nivells.

Per acabar, trobem el punt de mostreig número 13. Cal destacar que la zona on es localitza era molt sorrenca. A més, es troba en una altitud de 1556 m d'altitud. La fondària que va arribar a tenir va ser de 31 cm, on vam distribuir totes les mostres en dos nivells.

A la figura que podem veure a continuació ens mostra quins punts de mostreig són el que es van trobar els carbons d'avet.

Els carbons d'avet es van localitzar en tres punts de mostreig. Dos d'aquests punts formen part del transsecte nord-sud, i un al transsecte est-oest. A la figura 13 s'observa la ubicació d'aquets punts

Figura 13. Transsecte amb les localitzacions dels carbons d'abet

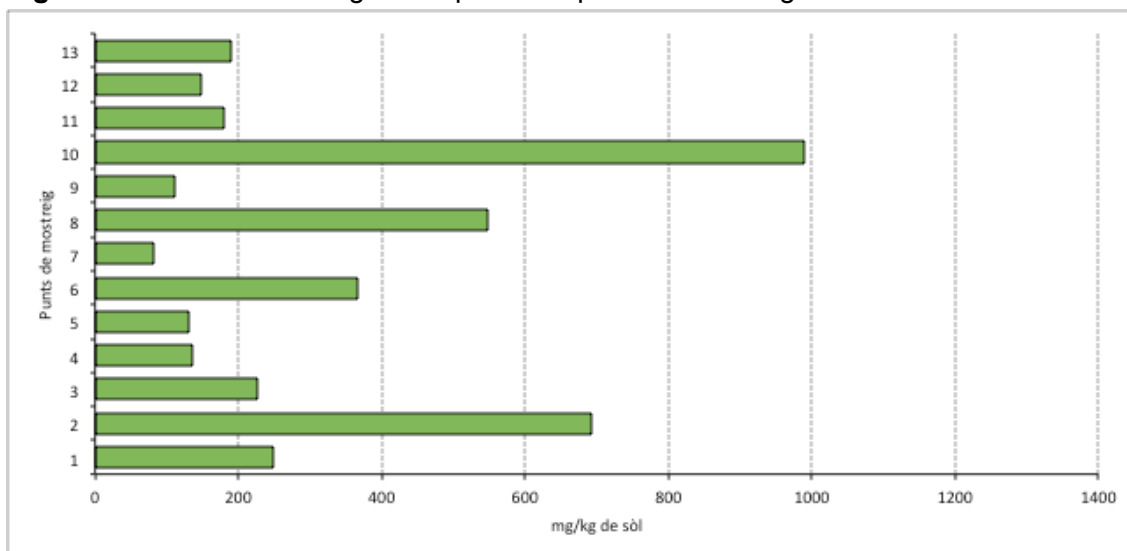


Font: Elaboració pròpia

B) Antracomassa

L'aïllament dels carbons del sòl ens permet saber quina quantitat de carbó tenim en els nostres sòls. En la figura 14 podem veure l'antracomassa general de cada punt de mostreig. Aquest gràfic posa en relació el total de l'antracomassa aïllada per cada punt de mostreig i el pes total del sòl analitzat. Cal esmentar que tots els carbons trobats s'han aïllat a partir de la malla de 2 mm del sedàs.

Figura 14. Antracomassa general per cada punt de mostreig dels transectes



Font: Elaboració pròpia

El primer a destacar d'aquesta gràfica és la presència de fragments de carbons a tots els punts de mostreig. Podem veure que hi ha molta variabilitat entre els diferents punts, no s'observa cap dinàmica. Cal destacar el punt de mostreig número 10, a raó de què és el punt amb més carbons, quasi 1.000 (990,420) mg de carbó per cada kg de sòl.

Un altre aspecte important a analitzar és veure com es distribueix l'antracomassa en relació amb la profunditat. Per fer-ho, estudiarem els diferents nivells extrets de cada punt de mostreig.

A la següent taula (figura 15) podem observar l'antracomassa per cada nivell de profunditat. Igual que el gràfic de l'antracomassa general, no hi ha una evidència clara sobre com es troben emplaçats al terreny. Cal remarcar la mostra 02.2, per ser la més abundant de carbons vegetals amb una quantitat de 1.272,40 mg per kg de sòl. En canvi, la mostra 07.1 es van aconseguir molt pocs carbons, i el pes total d'aquests va ser menor de 0,01 mg i la bascula no va poder captar el seu pes.

Seguidament, guaitem que hi ha valors NO DATA a la columna del pes a 5 mm. Això succeeix perquè les restes vegetals que es van quedar en aquest filtre del sedàs eren tan insignificants que la bàscula no va arribar a calcular el seu pes.

Per últim, cal explicar els valors NO DATA que presenta la mostra 10.2. Aquest fet es per culpa d'un error produït a l'hora d'aïllar les mostres. Vam començar analitzar

aquesta mostra i el no tenir la metodologia clara, se'ns va oblidar pesar el pes real i el pes de les mostres a la malla de 5 mm.

Figura 15. Antracomassa per cada punt de mostreig i els diferents nivells

Mostres	Pes real (g)	Pes a 5 (g)	Pes de la tara 3,1 g	Antrocomassa		
			2 mm	mg	k sol	mg/ k sol
01.1	421,1	1,8	0,009	9	0,42	21,37
01.2	443,8	0,1	0,159	159	0,44	358,27
01.3	441,2	0,1	0,157	157	0,44	355,85
02.1	533,1	13,2	0,142	142	0,53	266,37
02.2	390,6	1,2	0,497	497	0,39	1272,40
03.1	445,9	8,3	0,066	66	0,45	148,02
03.2	424,3	1,2	0,163	163	0,42	384,16
03.3	304,3	12,7	0,036	36	0,30	118,30
04.1	326,6	7,9	0,044	44	0,33	134,72
05.1	307,5	25,1	0,07	70	0,31	227,64
05.2	512,4	38,3	0,038	38	0,51	74,16
06.1	191,5	53,5	0,07	70	0,19	365,54
07.1	326,2	147,5	Menys d'1 mg	-	-	-
07.2	208,8	93,7	0,017	17	0,21	81,42
08.1	430,9	6,8	0,215	215	0,43	498,96
08.2	395,6	No data	0,352	352	0,40	889,79
08.3	390,9	0,6	0,279	279	0,39	713,74
08.4	406,3	0,5	0,126	126	0,41	310,12
08.5	358	No data	0,164	164	0,36	458,10
08.6	417,2	62,7	0,176	176	0,42	421,86
09.1	244	13,9	0,027	27	0,24	110,66
10.1	478,1	79,3	0,524	524	0,48	1096,01
10.2	No data	No data	0,11	110	-	-
10.3	263	63,6	0,1	100	0,26	380,23
11.1	408,4	41	0,075	75	0,41	183,64
11.2	266,4	33,7	0,046	46	0,27	172,67
12.1	315,3	24,3	0,12	120	0,32	380,59
12.2	275,9	29,7	0,04	40	0,28	144,98
12.3	419,9	19,7	0,043	43	0,42	102,41
12.4	680,2	29,4	0,047	47	0,68	69,10
13.1	315,3	47,3	0,046	46	0,32	145,89
13.2	590,4	108	0,125	125	0,59	211,72

Font: Elaboració pròpia

A l'Annex podem veure les gràfiques creades a partir d'aquesta taula.

8. Discussió

Mitjançant l'aïllament dels cabrons i la seva identificació podem saber amb exactitud que en algun moment de la història aquest territori ha tingut lloc algun incendi (natural i/o antròpic), pel fet que s'ha trobat una gran quantitat de carbons en tots els punts de mostreig.

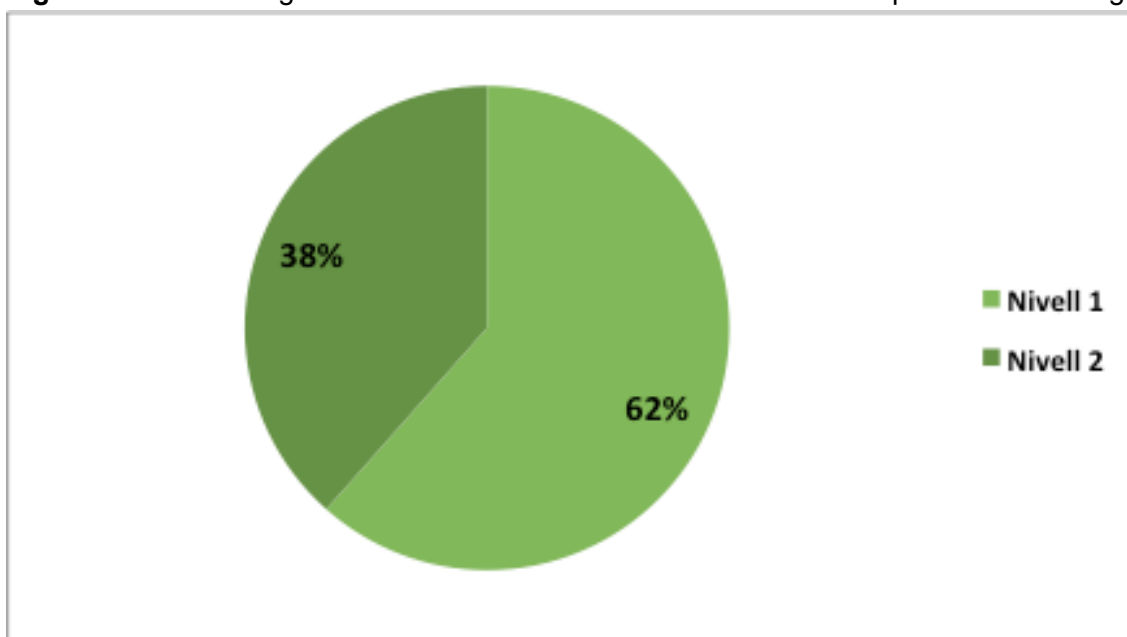
Dins de la identificació dels carbons recollits al camp, només tres dels tretze punts de mostreig contenien carbons d'avet. El fet de no haver trobat carbons d'avet als altres punts no descarta la seva presència, atès que les dimensions dels forats realitzats no són excessivament grans i no demostra que no n'hi pogués haver en altres llocs propers. Ara, podem afirmar que hi havia més avets dels que podem trobar actualment, ja que els carbons han estat localitzats en zones llunyanes d'on es troben els individus actualment. No oblidem que la teoria pedoantracològica es basa en el fet que els carbons vegetals no es desplacen grans distàncies del lloc on s'han produït els incendis que els han generat.

Un altre factor a tenir en compte és l'anàlisi de l'antracomassa. Observant la figura 13 de l'antracomassa general per cada punt de mostreig no s'observa cap correlació. La majoria es troben per sota de 200 mg de carbó per cada kg de sòl, però també hi ha casos extrems que superen per molt aquest llindar.

A continuació, estudiant tots els nivells de cada punt de mostreig, s'ha vist que la major part dels carbons es troben en els dos nivells més superficials. Dins de cada punt de mostreig el nivell que ha adquirit més carbons és el 1r o el 2n.

Després de notar aquesta evidència, s'ha creat un gràfic per plasmar-ho de forma visual (figura 16).

Figura 16. Percentatge de concentració de carbons dins de tots els punts de mostreig



En aquesta figura podem considerar que els carbons es troben amb més facilitat en els nivells menys profunds, ja que el 62% (8 dels punts de mostreig) tenen una major

concentració en el nivell més superficial. El 38% fan referència el segon nivell, sent així els nivells amb una major concentració de restes de carbó vegetal.

El fet de localitzar carbons a una profunditat major que altres, no assegura que siguin més antics. La correlació profunditat-antiguitat no es pot afirmar de manera inequívoca, perquè els carbons vegetals poden experimentar un moviment vertical dins del sòl. Per saber de forma sòlida quins carbons són més antics que altres caldria datar-los, amb aquesta datació podríem saber l'edat i per tant, el moment en què es va produir l'incendi. Davant les nostres possibilitats és impossible començar una datació a gran escala, per culpa de l'elevat cost temporal i econòmic.

Realitzant una primera interpretació amb l'absència de les datacions, és lògic pensar que els carbons més profunds són els més antics i en canvi, els més superficials són els més recents, però no es pot constatar.

Seguint aquesta interpretació els carbons més superficials fan referències els incendis més recents. A la taula que trobem a continuació (figura 17), podem observar com es presenten els incendis més importants (majors de 5 ha) dels últims anys. Aquests incendis han estat produïts en un radi de 4,5 km de la zona d'estudi (Andreu Bel, M).

Figura 17. Incendis produïts als últims anys a la zona d'estudi

<i>Any</i>	<i>Nom de l'incendi</i>	<i>Superfície (ha)</i>	<i>Perímetre (m)</i>	<i>Situació sinòptica</i>	<i>Incendi tipus</i>	<i>ZHR¹³</i>	<i>Localització vers l'Avedoga d'Adons</i>
1976	Sola d'en LLosà	84,99	3559.88	-	Desconeguda	539	S
1980	Llastarre	30,33	4020,48	-	Desconeguda	527	S
1994	Torreta Aiguamúrcia	28,48	2177.23	-	Desconeguda	428	S
2012	Viu de Llevata	213,84	11355.14	Vent de nord	Vent amb relleu	2774	N

Font: Andreu Bel, M

Finalment, el fet d'haver trobat carbons vegetals a nivells inferiors i en alguns casos força profunds, indica que la zona d'estudi ha suportat altres incendis al llarg del temps i que és una zona on hi ha incendis recurrentment, però no podem concretar el moment exacte d'aquests incendis. Per fer-ho, com he esmentat abans caldria fer una datació dels carbons recuperats. Un bon lloc per executar la datació de carbons seria en el punt de mostreig número 8, gràcies al gran nombre de carbons extrets i la profunditat que s'ha assolit (72 cm).

9. Consideracions finals

Aquest darrer apartat està destinat a establir les consideracions finals de l'estudi, així com les reflexions personals extretes.

En primer lloc no es pot confirmar ni rebutjar la hipòtesi principal del treball. Amb la informació obtinguda d'aquest estudi no es pot arribar a una conclusió sòlida. El fet de trobar carbons d'avet en tres dels tretze punts de mostreig, no és una evidència clara per demostrar que l'avetosa anteriorment era més extensa, sinó que en aquests punts hi havia avets que actualment ja no hi són, però no sabem si eren individus aïllats, un petit rodal o part d'una avetosa més extensa.

En segon lloc podem constatar que l'àrea d'estudi és una zona on els incendis són relativament freqüents al llarg de la història, perquè s'han trobat una gran quantitat de carbons vegetals de diferents espècies vegetals. Aquests carbons només han pogut ser produïts per incendis i es descarta la possibilitat que s'hagin produït de forma antròpica a partir de carboneres per diferents motius: els punts de mostreig es troben en zones de pendent; tots els carbons localitzats són de dimensió massa petita en relació als que solen trobar-se a les carboneres; a més, probablement la morfologia del terreny degut al substrat calcari, que produeix un rascler força acusat, no afavoreix la instal·lació de places carboneres.

En tercer lloc per ajudar a caracteritzar la història de l'Avedoga d'Adons i la seva situació anterior s'ha de seguir la mateixa línia de treball. D'entrada, s'haurien de realitzar diverses datacions dels carbons obtinguts, sobretot del que es troben a una major profunditat. D'aquesta manera podríem conèixer el moment exacte que es va produir l'incendi. Tot seguit, s'hauria de fer un treball de camp realitzant algunes fosses pedoantracològiques, sobretot als punts on s'han trobat més carbons (on el valor de l'antracomassa és major) i en els punts on s'ha arribat a més profunditat i més nivells. Amb aquestes dues accions s'obtindrien resultats més fiables i s'extraurien conclusions més concretes.

10. Agraïments

Al Doctor Joan Manuel Soriano, tutor del treball de fi de grau, per acompanyar-me en la sortida de camp i durant tota la trajectòria del projecte. Pel seu suport constant, orientació i confiança.

El meu company Marc Calza per acompanyar-me a la sortida de camp.

A la Doctora Raquel Piqué, per la seva disponibilitat i ganes per formar-me per la identificació dels carbons d'avet, sense ella aquest treball no hagués estat possible.

A la família del refugi Gerdar per la seva amable hospitalitat, ens van fer sentir com a casa. Un bon lloc per tornar-hi.

11. Referències bibliogràfiques

Andreu, M (2019) «La presència d'*Abies alba* a l'Avedoga d'Adons» *Departament de Geografia Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona*.

Bravo Morales, N (2009) «Manual para la identificación de maderas forestales». *Monografías*, p.1-2. Recuperat de <https://www.monografias.com/trabajos75/manual-identificacion-maderas-forestales/manual-identificacion-maderas-forestales2.shtml>

Broto, M (2016) «Caracterización mecánica del abeto (*Abies alba* Mill.) procedente de la cordillera pirenaica» *Universitat de Lleida*.

Casanova, E (2001) «Congrés Internacional de Toponímia i Onomàstica Catalanes», *Universitat de València*, p. 219-277

Catalunya (2018) «Espai natural de la Vall Alta de Serradell-Terreta-Serra de Sant Gervàs». *Catalunya* Consulta 10 de setembre 2020. Recuperat de <http://www.catalunya.com/espai-natural-protegit-de-la-vall-alta-de-serradell-terreta-serra-de-sant-gervas-17-17001-572884?language=ca>

Cunill, R (2010) «Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc durant el període holocènic a la zona Plaús de Blodís-Montarenys, Pirineu central català». *Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona*.

ICGC (2020) «Vissir3» Consulta 16 de setembre 2020, <http://www.icc.cat/vissir3/>

IDESCAT (2020). Codis territorials i d'entitats. Consulta 10 de setembre 2020, <https://www.idescat.cat/codis/?id=50&n=9&c=251734>

Nelle, O. (2013) «Pedoanthracology: Analysing soil charcoal to study Holocene palaeoenvironments». *Quaternary International*

Pèlachs, A. (2019). «Les causes de la distribució passada dels éssers vius: l'antracologia». *Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona*.

Planas, T. (2020). «Avedoga d'Adons» *Senderisme*. Consulta 19 de febrer 2020, <https://muntanya.planasantich.org/avedoga/>

Predigó Arisó, M (1984) «Clima i vegetació de la Serra de Sant Gervàs», *Muntanya*, p.180-182
https://ccbe.feec.cat/docs/cec/Hemeroteca/Muntanya/1984/MUNT_1984_08_0734.pdf

Predigó Arisó, M (2014) «La Vegetation de la Region de Sant Gervàs», *Bulletin de la Société Botanique de France*, p. 210-215,

Talon, B. (1997). «Evolution des zones supra-forestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène: analyse pédoanthracologique». *Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3*

UPC (2020) «Botànica agrícola i forestal» Recuperat de:
http://botanicavirtual.udl.es/fam/pinacies/abies_for.htm

Woodanatomy (2006) «Species list: *Abies alba Mill*». Consulta 14 de juliol 2020.
<http://www.woodanatomy.ch/species.php?code=ABAL>

12. Annexs

Annex 1. Fotografies del treball de camp

Figura 18. Zona d'estudi



Figura 19. Extracció de mostres del sòl amb una barrina



Figura 20. Punt de mostreig número 12



Annex 2. Fotografies de les jornades al laboratori

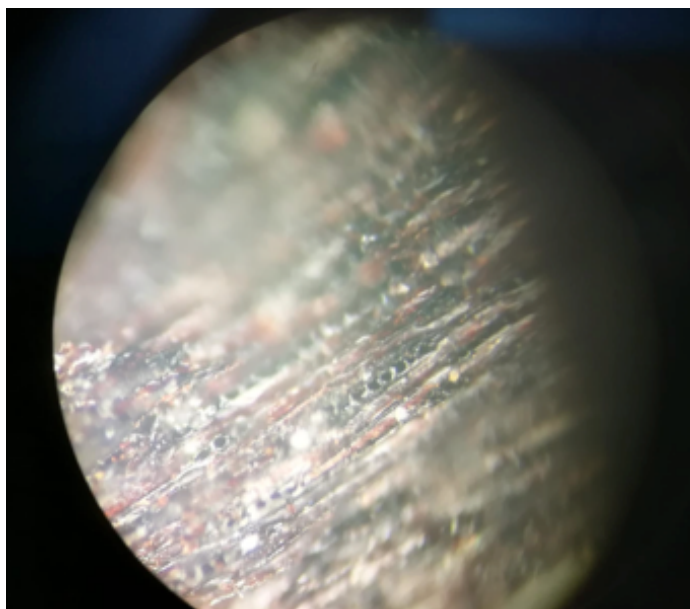
Figura 21. Filtració de les mostres a partir del sedàs



Figura 22. Separació del carbons amb el microscopi binocular

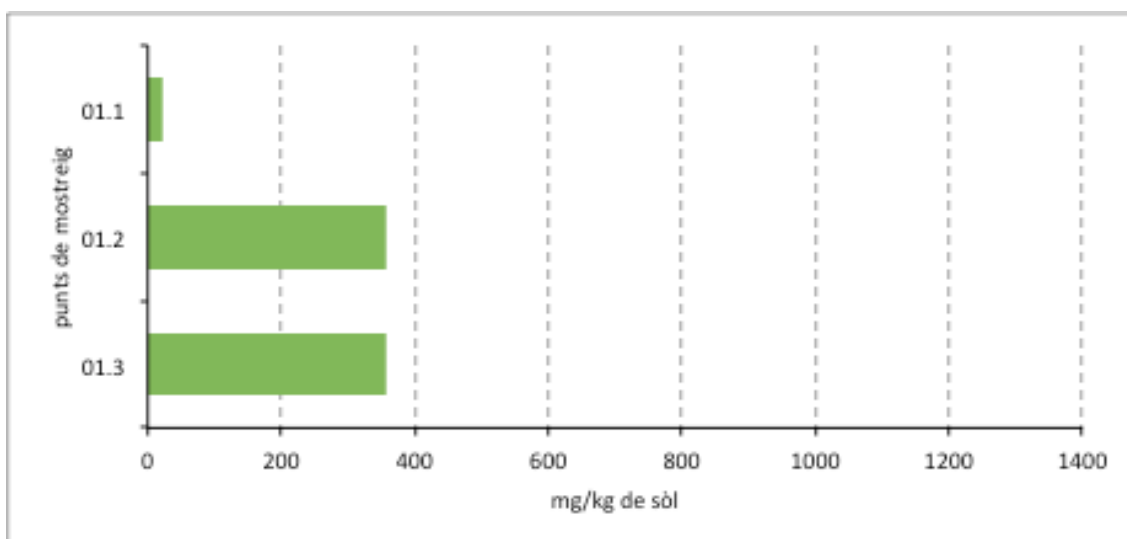


Figura 23. Identificació del carbons d'abet a partir del microscopi



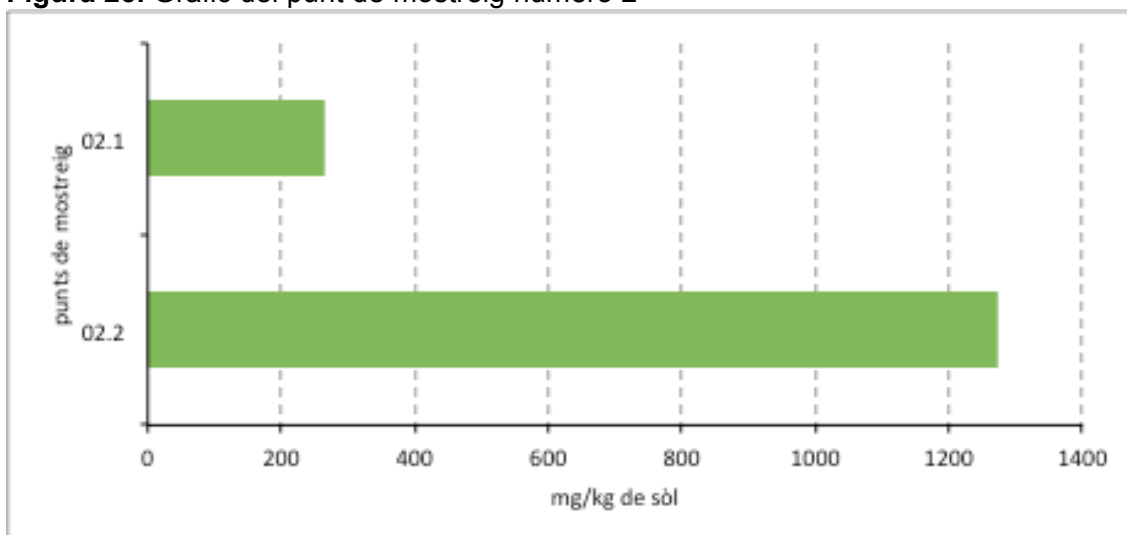
Annex 3. Gràfiques de l'antracomassa dels tretze punts de mostreig dividits per nivells.

Figura 24. Gràfic del punt de mostreig número 1



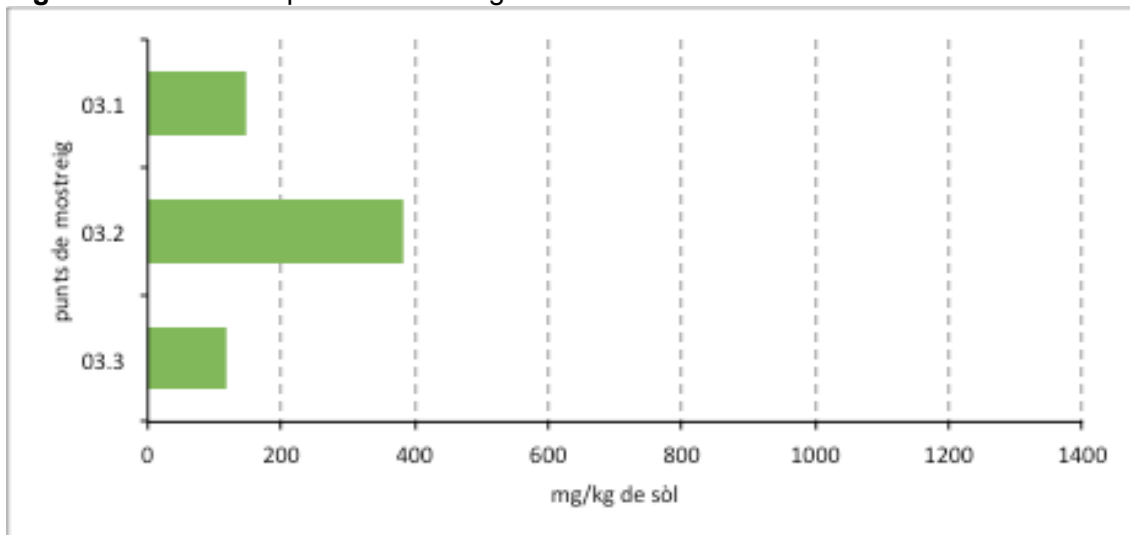
Font: Elaboració pròpia

Figura 25. Gràfic del punt de mostreig número 2



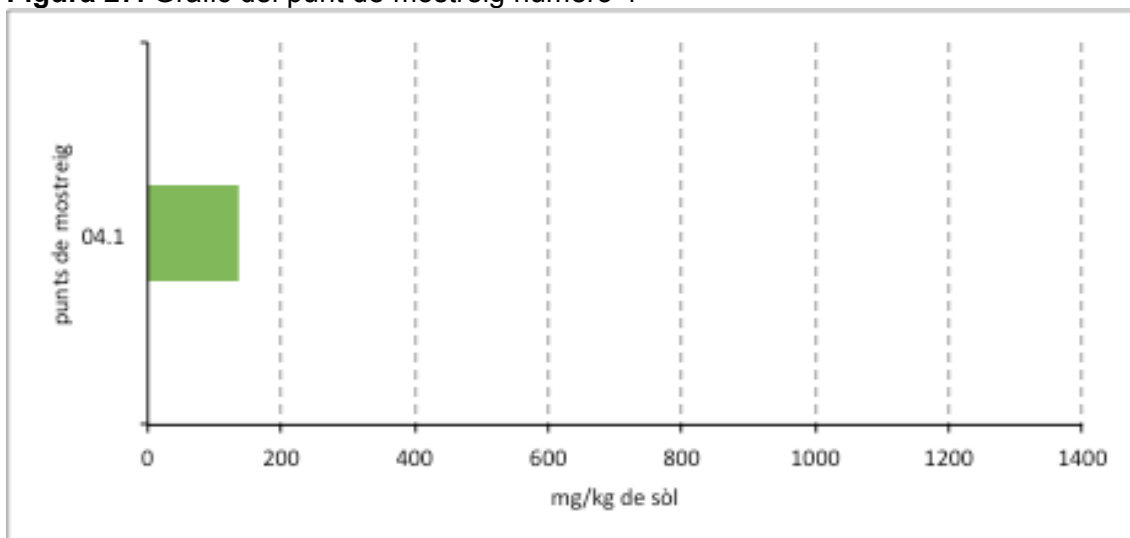
Font: Elaboració pròpia

Figura 26. Gràfic del punt de mostreig número 3



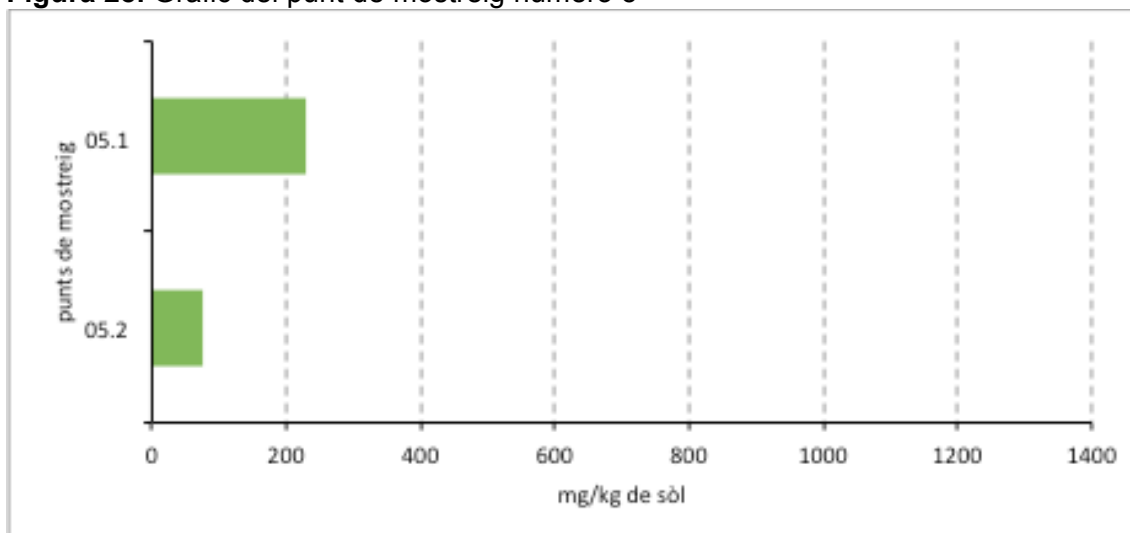
Font: Elaboració pròpia

Figura 27. Gràfic del punt de mostreig número 4



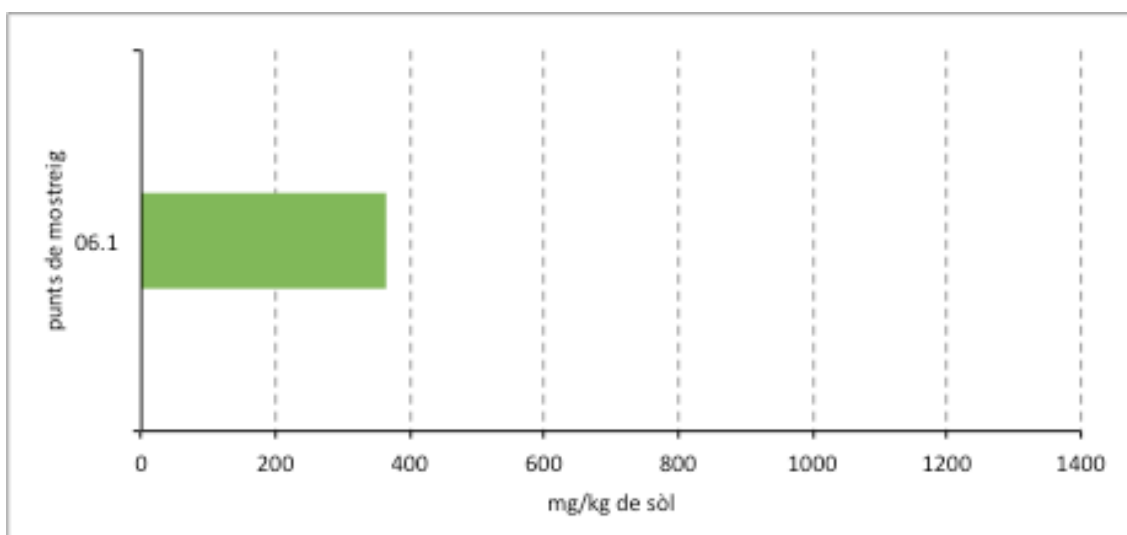
Font: Elaboració pròpia

Figura 28. Gràfic del punt de mostreig número 5



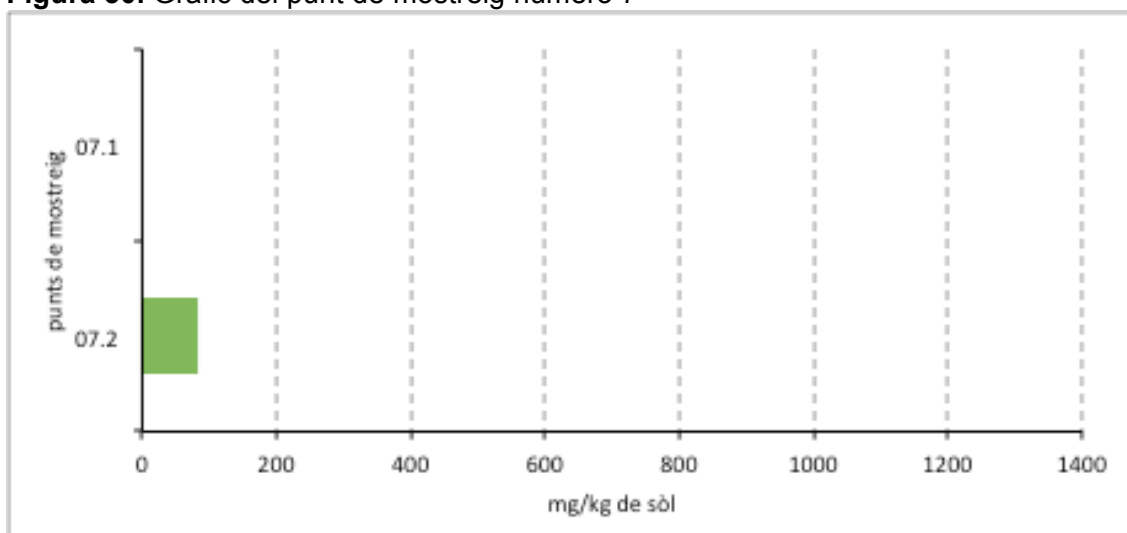
Font: Elaboració pròpia

Figura 29. Gràfic del punt de mostreig número 6



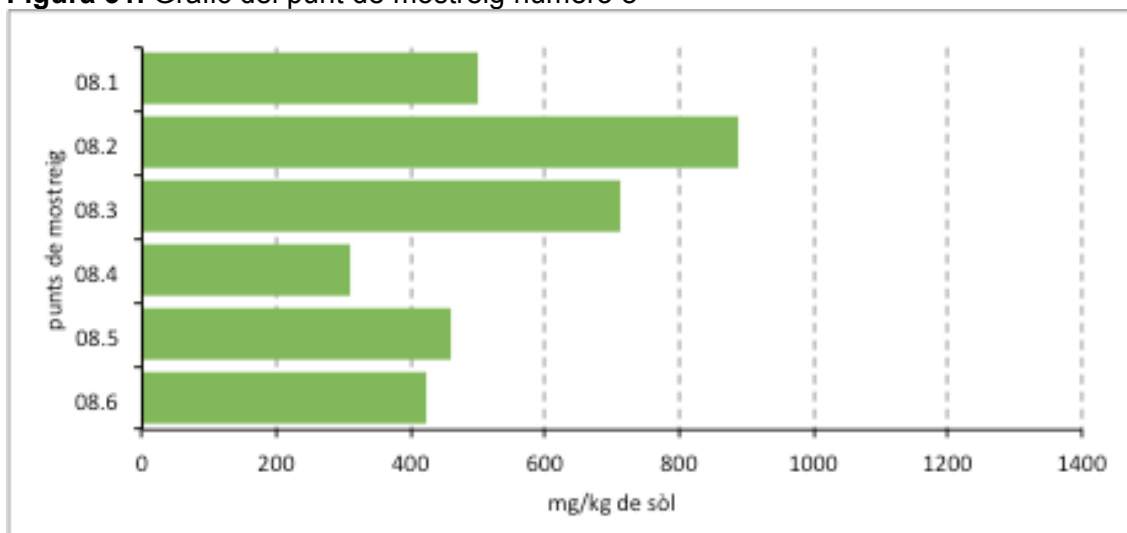
Font: Elaboració pròpia

Figura 30. Gràfic del punt de mostreig número 7



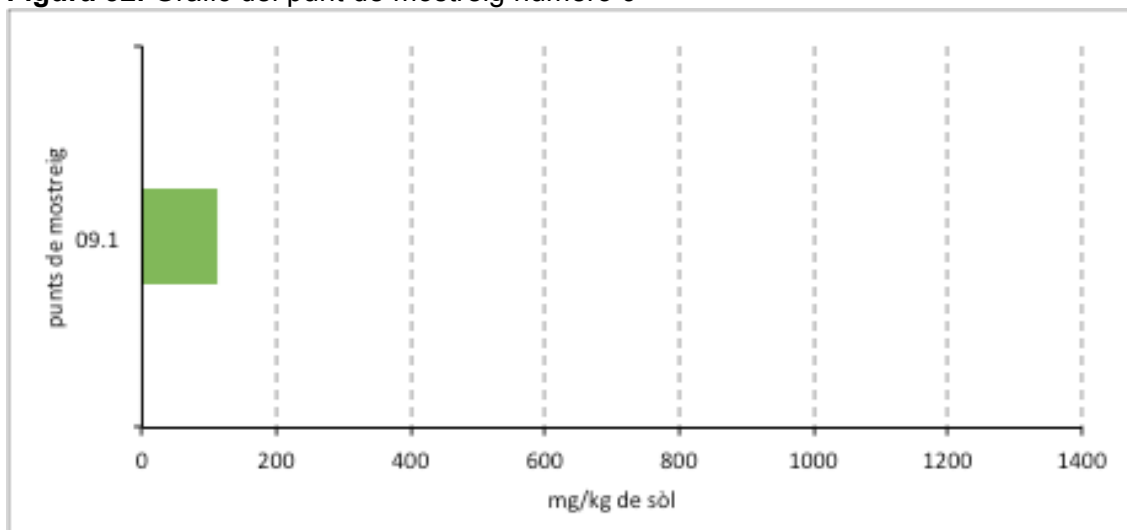
Font: Elaboració pròpia

Figura 31. Gràfic del punt de mostreig número 8



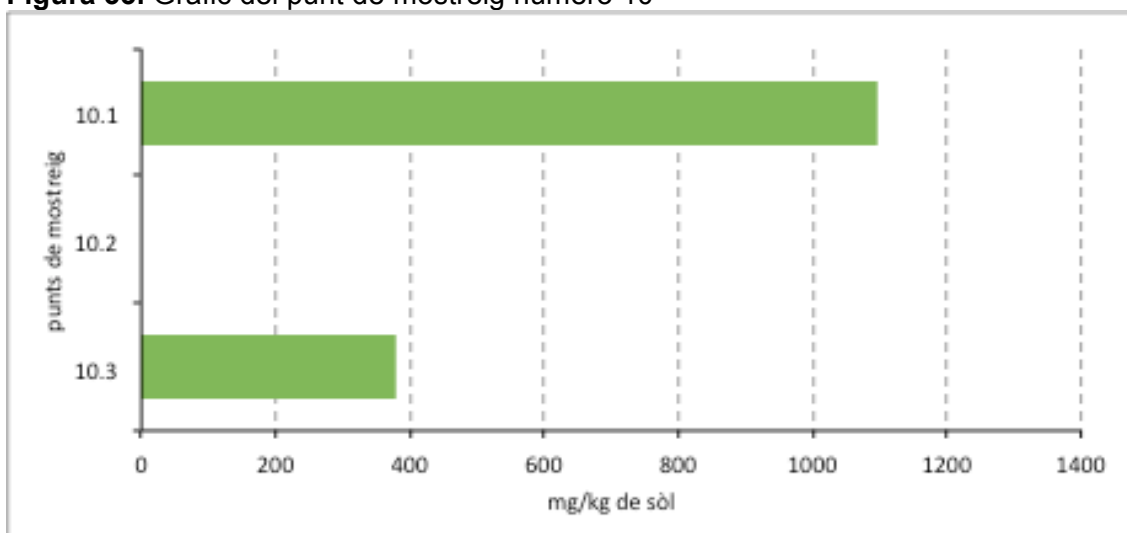
Font: Elaboració pròpia

Figura 32. Gràfic del punt de mostreig número 9



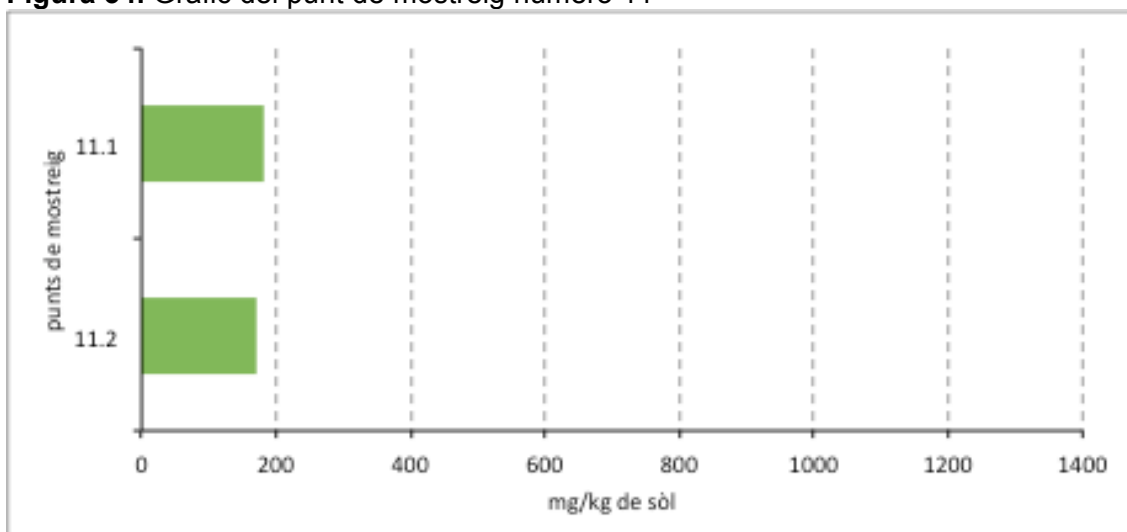
Font: Elaboració pròpia

Figura 33. Gràfic del punt de mostreig número 10



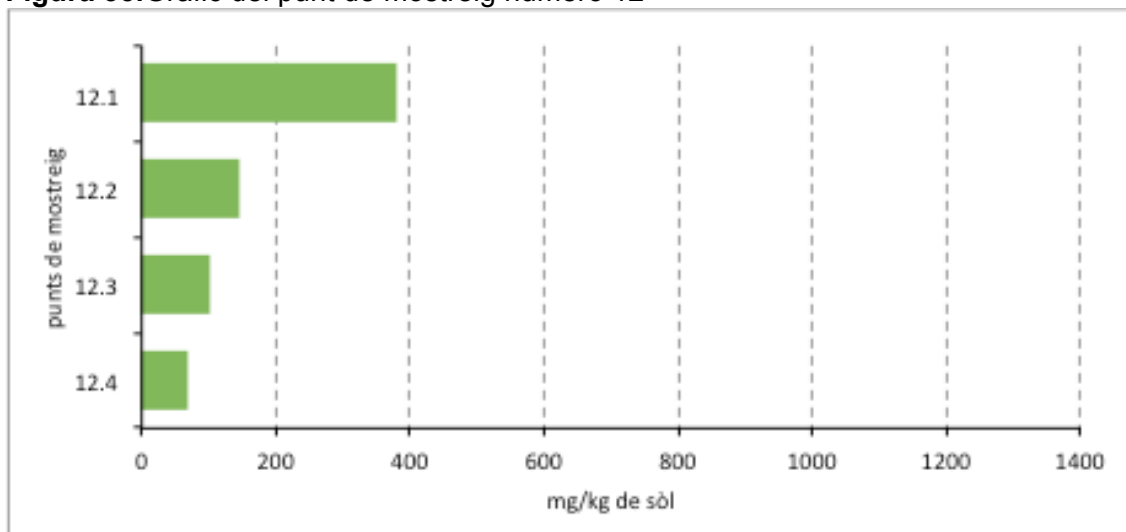
Font: Elaboració pròpia

Figura 34. Gràfic del punt de mostreig número 11



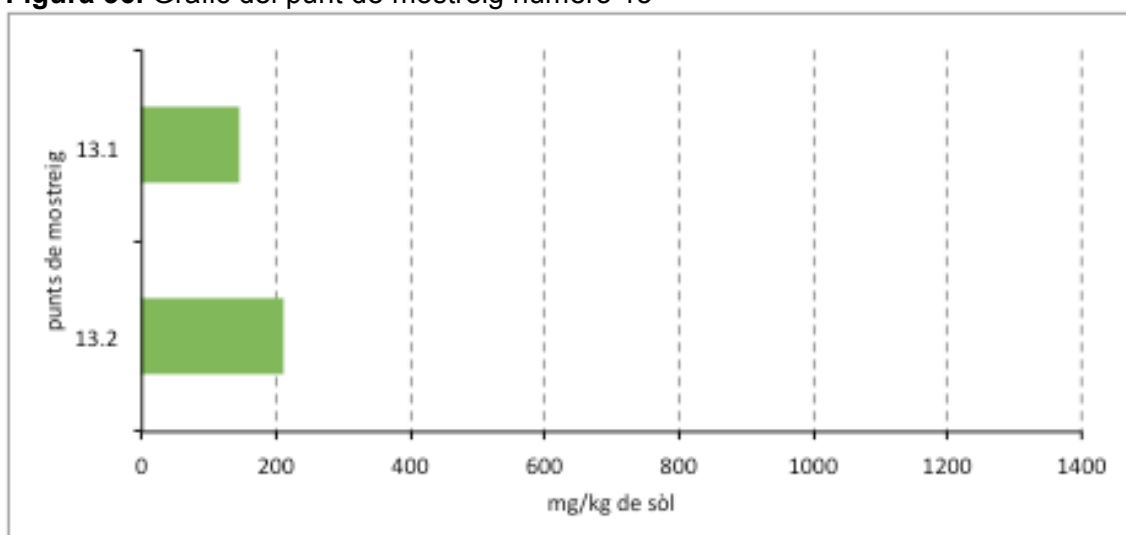
Font: Elaboració pròpia

Figura 35. Gràfic del punt de mostreig número 12



Font: Elaboració pròpia

Figura 36. Gràfic del punt de mostreig número 13



Font: Elaboració pròpia